



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO
ENGENHARIA AGRONÔMICA

RUANE ALICE DA SILVA

Adaptabilidade e estabilidade em híbridos e variedades de sorgo sacarino.

Sete Lagoas

2017

RUANE ALICE DA SILVA

Adaptabilidade e estabilidade em híbridos e variedade de sorgo sacarino.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João Del Rei como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Área de concentração: Melhoramento genético

Orientadora: Prof. Dsc. Nádia Nardely Durães Parrella

Sete Lagoas

2017

RUANE ALICE DA SILVA

Adaptabilidade e

Dedico esse trabalho a todos que
incentivaram e contribuíram para
realização do mesmo, em especial
meu pai Milton e minha mãe Alice.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meu caminho, me dar forças em todos os momentos e por me conceder a capacidade de sonhar e acreditar que meus sonhos podem se tornar realidade, e que isso, depende exclusivamente da minha vontade de superar obstáculos e encarar o desconhecido. Um desses sonhos está se tornando real, que é a formação em um curso superior.

No caminho da realização desse sonho algumas pessoas se tornaram essenciais, sendo elas;

Meu pai Milton e minha mãe Alice que sempre lutaram e fizeram o que foi possível e impossível para realização deste sonho.

Meus irmãos, cunhados, cunhadas, e sobrinhos que cada um de sua forma, contribuiu para essa caminhada, em especial minha “irmã” Rondinea que sempre me impulsionou a buscar o melhor, junto a ela minha afilhada, prima e amiga Ana Cristina que me faz acreditar que sou capaz e aos meus sobrinhos irmãos Bruno e Ramon pela irmandade de sempre.

Todos os familiares, pelo estímulo, compreensão e apoio.

À minha querida professora do ensino médio, e amiga Charlene Neves, que sem dúvidas me incentivou a lutar pelos meus sonhos, sempre acreditando e mostrando do que sou capaz.

acreditou em meu potencial e me ajudou a conseguir o primeiro estágio onde pude ficar por quase toda graduação, e que, sem esse apoio não seria possível a realização desse trabalho.

À Embrapa Milho e Sorgo pela oportunidade de desenvolvimento profissional e pessoal, onde pude conviver com doutores da agronomia e da vida. Tenho enorme gratidão a essa família Melhoramento de Sorgo, em especial a equipe Bioenergia, por todos os ensinamentos e momentos que compartilhamos juntos.

Ao meu orientador Rafael Parrella, pela oportunidade, incentivo, paciência e ensinamentos, que com certeza foram primordiais para a minha formação profissional e pessoal, tendo papel fundamental neste trabalho.

À professora e orientadora Nádia Nardely pela disponibilidade em me orientar e por

RESUMO

ABSTRACT

Among the renewable sources, sorghum is a crop that has high energy potential and favorable agroindustrial characteristics. The objective of the present work was to evaluate the adaptability and phenotypic stability of sorghum genotypes by the Annicchiarico and GGEBiplot methods, from culture value and use tests. Twenty five sorghum genotypes were evaluated in 10 places distributed in the Southeast, Midwest, Northeast, and Southern regions of Brazil. The design consisted of randomized blocks with three replications. The evaluated characteristics were production of green mass (PMV), t.ha⁻¹, total soluble solids content (SST) in °Brix and tons of brix per hectare (TBH). The analysis of variance showed significance ($P < 0.01$) for the PMV, SST and TBH, for the genotypes, environments and interaction between genotypes and environments (GxA). The methods of Annicchiarico and GGEBiplot for the study of the adaptability and stability presented concordant results among themselves, being able to be used in breeding programs for selection of adapted and stable genotypes. The hybrids B005 and B008 presented superior performance to the varieties, with similar classification by the two methods. Thus, these hybrids should be evaluated in one years and places, becoming alternatives for recommending cultivation.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Genotypes by environments . Annicchiarico and GGEBiplot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1-a. Visão baseada na coordenada do ambiente médio pelo gráfico GGEBiplot evidenciando a adaptabilidade e estabilidade média dos genótipos para produção de massa verde total (PMV).....23
- Figura 1-b. Visão baseada na coordenada do ambiente médio pelo gráfico GGEBiplot evidenciando a adaptabilidade e estabilidade média dos genótipos para teor de sólidos solúveis totais (SST).....24
- Figura 1-c. Visão baseada na coordenada do ambiente médio pelo gráfico GGEBiplot evidenciando a adaptabilidade e estabilidade média dos genótipos para toneladas de brix por hectare (TBH).....24
- Figura 2-a. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).....25
- Figura 2-b. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).....25
- Figura 2-a. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRIX - Teor de sólidos solúveis

PMV- Produção de Massa Verde

TBH- Toneladas de Brix por Hectare

APÊNDICE A

Tabela 4. Médias de produção de massa verde (PMV) e $t\ ha^{-1}$, para 10 ambientes, na safra 2015/2016.....	33
Tabela 5. Médias para teor de sólidos solúveis totais (SST), em BRIX, para 10 ambientes na safra de 2015/2016.....	34
Tabela 6. Médias para toneladas de brix por hectare (TBH), para 10 ambientes, na safra 2015/2016.....	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 SORGO SACARINO.....	2
2.2 MELHORAMENTO GÊNÉTICO DO SORGO SACARINO.....	4
2.3 INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES.....	5
2.4 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Locais de Condução dos Experimentos.....	9
3.2 Genótipos.....	10
3.3 Delineamento Experimental e Características Avaliadas.....	10
3.4 Análises Estatísticas.....	11
3.4.1 Análises de Variância.....	11
3.4.2 Análises de Adaptabilidade e Estabilidade.....	12
3.4.2.1 Metodologia de Annicchiarico.....	12
3.4.2.2 Metodologia GGEbiplot	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Análises de Variância.....	14
4.2. Annicchiarico.....	16
4.3 GGEbiplot.....	22
5 CONCLUSÕES	27
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

7 APÊNDICES.....	33
-------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

A população mundial cresce em um ritmo acelerado, atualmente são 7,3 bilhões de pessoas

Para a condução de estudos de adaptabilidade e estabilidade faz-se necessário o estudo da interação genótipos x ambientes, pois através do mesmo é possível obter o resultado dos genótipos em relação aos ambientes, visto que o comportamento pode variar entre os ambientes, apresentando classificações diferentes. A interação é usada como parâmetro para escolha de genótipos e identificação das condições ideais e recomendação por região de adaptação dos mesmos (YAN et al., 2000).

Procedimentos biométricos apropriados auxiliam os melhoristas no processo de seleção. Desse modo, para escolha do genótipo mais adaptável é preciso utilizar estudos comparativos, dentre os parâmetros de cada método, associando-os, para que seja prevista a capacidade de responder às melhorias no ambiente. Além disso, é importante localizar a região de estabilidade do genótipo, de forma que, este apresente um comportamento previsível frente às variações ambientais no ambiente avaliado (RAMALHO et al., 2012).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo é avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de genótipos de sorgo sacarino, pelos métodos Annicchiarico e GGEBiplot, a partir de ensaios de valor de cultivo e uso quanto aos principais caracteres agroindustriais e indicar genótipos de interesse em sorgo sacarino.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. SORGO SACARINO

Estimulado pelo Programa Nacional do Álcool (Proálcool) – Decreto nº 76.593/75, em 1975 deu-se início aos estudos sobre o sorgo sacarino no Brasil. Devido à crise do petróleo que se passava naquele período, objetivou-se aumentar a produção de álcool, como alvo da substituição da gasolina (TEIXEIRA et al., 1997).

Com isso, a busca por culturas bioenergéticas cresceu, e assim, as pesquisas com sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Isto porque, o sorgo sacarino é uma planta de dias curtos, metabolismo C4, que apresenta alta capacidade fotossintética, ciclo vegetativo curto variando de 90 a 120 dias, e por sua alta capacidade de produção de massa verde colmos suculentos, com açúcares fermentescíveis é considerada uma cultura de interesse para a agroindústria, além do mais, a instalação da cultura é feita por sementes, facilitando assim a operacionalidade e a mecanização (MAY et al., 2014).

Além do sorgo, culturas como a cana-de-açúcar, principal fonte de etanol, e outras culturas alternativas, como a mandioca, receberam apoio pra financiamento de pesquisa nos anos do Proálcool. A realidade daquele período mostrava necessidade de

incremento na produção de energia e álcool, que em sua totalidade era, e ainda atualmente, derivada da cana-de-açúcar, como matéria-prima principal da indústria sucroalcooleira. No entanto, o período de entressafra da cultura provocava ociosidade das instalações de processamento, e também dos trabalhadores (ANDRADE, 2009). Para tanto, o sorgo surgiu como uma oferta de valor nesse período de ocioso, em que alguns materiais alcançavam potencial elevado de produção de caldo e teor de brix, mostrando sua viabilidade (SANTOS, 2015). Porém, os incentivos a indústria bioenergética foram recuados, devido a redução dos custos do petróleo, e as culturas alternativas como sorgo e a mandioca tiveram seus programas paralisados, e as cultivares de sorgo já lançadas pela Embrapa, se tornaram forrageiras, de dupla aptidão (SCHAFFERT et al., 2011).

A Embrapa Milho e Sorgo, em 2008 retomou as pesquisas com sorgo sacarino, visando a produção ambiental e a demanda das destilarias pelo aumento da produção de etanol, firmando alguns parâmetros de produção, do ponto de vista de produção de biomassa, qualidade do caldo e o período de utilização industrial. Junto a esses parâmetros de produção, foi acrescentada a produção de híbridos de sorgo sacarino, no que anteriormente só se tinha produzido variedades. Até o momento, os materiais sacarinos desenvolvidos apresentavam-se no mercado com destinação forrageira, e assim, foi necessário desenvolver e melhorar os genótipos, visando o direcionamento para maior acúmulo de sacarose nos colmos das plantas. Também foi preciso aprofundar pesquisas de resistência às doenças foliares e de colmo, e isso porque as maiores perdas se davam por estes aspectos de fitossanidade (DURÃES, 2011).

Visto que o Brasil apresenta destaque mundial na produção de etanol, a partir da cana-de-açúcar, com a estimativa de safra 2015/2016, de 665,6 milhões de toneladas, com aumento de 4,9% em relação à safra 2014/15, que foi de 634,8 milhões de toneladas, significando um aumento de 30,8 milhões de toneladas em relação à safra anterior. Contudo, junto o aumento da produção, também se teve o aumento do consumo de etanol hidratado, vendido nos postos, utilizado por veículos flex de 13,7% (16,13 bilhões de litros) e

produção e boa qualidade de matéria- prima, as cultivares devem ser adaptadas e apresentar um comportamento estável, quanto às variações ambientais e responsivas às melhorias no ambiente, sendo essa uma das características utilizadas para seleção nos programas de melhoramento.

Assim, as pesquisas que possibilitem avanço e melhoria dos materiais têm sido intermediadas pelo cenário atual, visto as mudanças climáticas e oscilações de preços das fontes não renováveis de energia, e então buscar novas fontes, que sejam renováveis, tem se tornado cada vez mais validadas como realidade.

2.2. MELHORAMENTO GÉNÉTICO DO SORGO SACARINO

Diante da sua vasta variabilidade genotípica, o sorgo pode ser melhorado para suas diferentes finalidades (ROONEY, 2004). Portanto, o melhoramento genético do sorgo sacarino é uma ferramenta essencial na obtenção de cultivares com alta capacidade energética e viabilidade, sob os pontos de vista industrial e agrônômico.

O sorgo sacarino apresenta flores completas, distribuídas ao longo da panícula, o que car

linhagem R (restauradora) que apresenta alelos dominantes para genes de restauração de fertilidade.

Os híbridos de sorgo sacarino para produção em escala comercial devem

possível impacto sobre a escolha e recomendação da cultivar certa. Com o objetivo de atingir a recomendação o mais confiável possível, o estudo detalhado a respeito da adaptabilidade e estabilidade se torna imprescindível.

2.4. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Apenas o estudo da interação genótipos x ambientes não expressa o comportamento individual frente às variações ambientais, para complementar é feito o estudo da adaptabilidade e estabilidade, onde se torna possível a identificação de genótipos de desempenho previsível e que respondam às variações ambientais, em condições específicas ou amplas, possibilitando fazer recomendações de genótipos com bastante segurança (CRUZ et al., 2004).

O termo adaptabilidade e estabilidade apresentam definições variadas, visto a complexidade e interpretações dadas por diferentes autores, começando pela diferença entre esses termos, que apesar de serem fenômenos relacionados não devem ser interpretados de forma equivalente (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Mariotti et al.,

quadrado médio dos desvios de regressão que avalia a estabilidade é pequeno. No entanto, esses três conceitos não levam em consideração as mudanças imprevisíveis do ambiente, para isso foi sugerido por Lin e Binns (1988), o tipo 4, que leva em consideração o quadrado médio da interação genótipos x anos dentro de locais, que, quanto menor, maior a estabilidade da cultivar.

Um questionamento feito pelos agricultores em relação à escolha da cultivar é sobre o risco de adotar um genótipo que apresentasse comportamento abaixo da média geral das demais, para isso Annicchiarico (1992) propôs a procedimento que estima o risco da adoção de uma cultivar em relação a qualquer uma das demais. Essa metodologia é realizada a partir da análise de variância e as estimativas do parâmetro de estabilidade que são expressas em componentes quadráticos, quadrados médios ou componentes de variância de fácil interpretação. Onde para a utilização dessa metodologia, as médias de cada cultivar em cada ambiente são transformadas em

Tabela 2. Distribuição de ciclo médio dos municípios onde foram implantados os experimentos.

refratômetro digital, em que a leitura é dada de forma direta em ° Brix do caldo extraído dos colmos. Para toneladas de brix por hectare foi utilizada a seguinte fórmula:

$$TBH = PMV * (SST/100)$$

Para extração do calmo retirou-se uma amostra aleatória de oito plantas inteiras da parcela, que foram desfolhadas e removidas as panículas. Em Sete Lagoas, as plantas foram desintegradas em desfibrador e homogeneizadas. Posteriormente, retirou-se uma sub-amostra de $500 \pm 0,5$ g para extração do caldo em prensa hidráulica, com pressão mínima e constante de 250 kgf/cm^2 sobre a amostra, durante o tempo de 1 minuto. Foi anotado o peso (g) e volume (ml) de caldo extraído da amostra de 500g. Nos outros ambientes, foi realizada com moenda. Depois de anotado o peso em gramas dos colmos, a amostra foi prensada na moenda e anotou-se o peso do caldo extraído.

3.4 Análises Estatísticas

3.4.1 Análises de Variância

A análise de variância inicial foi realizada por local (Análise individual), onde para cada um dos locais, realizou-se uma análise de variância com o mesmo nível de significância de 5%.

Constatada a presença da interação GxA (teste F significativo) procedeu-se às análises de adaptabilidade e estabilidade.

Para a análise de

Onde:

W_i : índice de confiança (%);

Y_i : média do genótipo i em percentagem;

Z : percentil $(1 - \alpha)$ da função de distribuição normal acumulada, com $\alpha = 0,25$;

S_i : desvio padrão dos valores per

: matriz dos efeitos dos g genótipos somados aos efeitos das interações dos g genótipos por a ambientes;

: valor singular do k -ésimo eixo dos componentes principais;

e : autovetores dos componentes principais genotípicos e ambientais para o k -ésimo eixo, respectivamente;

n : número dos componentes principais retidos do modelo;

: ruído de ajuste do modelo multiplicativo.

A partir dos escores dos genótipos e dos ambientes foram gerados vários tipos de gráficos Biplots para melhor entendimento acerca da interrelação entre genótipos e/ou ambientes, conforme Yan e Tinker (2006).

Para as análises de variância e Annicchiarico foi utilizado o software Genes (CRUZ, 2013), e para a análise GGEBiplot foi utilizado o recurso computacional do programa R (3.3.1).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises de variância

Depois de realizada a análise de variância individual e comprovada a significância, realizou-se a análise conjunta para as características PMV, SST e TBH, exposta na tabela 1. Essas análises mostraram efeito significativos ($P < 0,01$), pelo teste F, para os caracteres PMV, SST e TBH para os genótipos, ambientes e na interação entre genótipos e ambientes (GxA), constatando a possibilidade de mudança de desempenho dos genótipos de sorgo sacarino nos diferentes ambientes avaliados.

Tabela 3. Análise de variância conjunta para produção de massa verde (PMV) em t.ha⁻¹, teor de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, toneladas de brix por hectare (TBH) em t.ha⁻¹ para 25 genótipos de sorgo sacarino, nas safras agrícolas de 2015/2016.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA				
FV	GL	QM (PMV)	QM (SST)	QM (TBH)
BLOCOS/AMB	20	545,54	7,38	16,68
BLOCOS	2	3203,43	5,37	101,38
BLOCO X AMB	18	250,21	7,6	7,27
TRATAMENTOS	24	497,64**	26,23**	22,29**
AMBIENTES	9	28347,11**	453,50**	769,73**
TRATxAMB	216	206,24**	4,29**	7,54**
RESÍDUO	480	112,09	2,76	4,04
TOTAL		749	749	749
MÉDIA		54.73	15.91	8.73
CV(%)		19.35	10.45	23.01

**, * e ns: Significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

O coeficiente de variação da análise conjunta considerando as três características em estudo foi de para PMV 19.35%, 10.45% para SST e 23,01% para TBH. Visto que a interação GxA foi significativa, houve a necessidade de desdobramento do efeito de genótipos dentro de ambientes e do efeito de ambientes dentro de genótipos. O teste de agrupamento de médias, Scott-Knott foi utilizado para classificação das médias, apresentado nas tabelas 4, 5 e 6, para PMV, SST e TBH respectivamente. A diferença entre os locais podem ser explicadas por diversos fatores, entre eles, os fatores edafoclimáticos de cada local, relacionados ao solo e o clima de cada região, com a

outros trabalhos como o de Souza et al., (2013) onde a produtividade foi de 27,31t ha⁻¹ em Pelotas a 55,06 t ha⁻¹ em Goiânia, validando o potencial desses novos materiais. Os valores médios para sólidos solúveis totais foram de 11.80 em Pelotas e 19.03 em Sete Lagoas. Já para TBH os valores médios variaram de 4.09 em Pelotas e 14.35 em Dourados.

Pelo teste Scott-Knott, tanto para a característica PMV, quanto para SST e TBH os genótipos foram classificados em quatro grupos, destacando para PMV os genótipos; B002, B004, B007, B008, B009, B012, B018, B020, CMSXS 647, CV198, que apresentaram produtividade acima da média em mais ambientes, sendo estes; Dourados, Lavras, Nova Porteirinha, Penedo e Sete Lagoas os ambientes que apresentaram as maiores médias, acima de 49.85 t ha⁻¹. Para SST, os genótipos acima da média em mais ambientes foram o B004, B007, B008, B010, B011, B012, B014, B015, B016, B019, B020, CMSXS 646, BRS 508 e BRS 511, e os ambientes que apresentaram as maiores médias foram Sete Lagos, Sinop, Jaguariúna e Nova Porteirinha, acima de 17.10, apresentando boa qualidade do caldo.

Para a característica TBH os genótipos que apresentaram valores acima da média em mais ambientes foram B004, B005, B006, B007, B008, B011, B012, B015, B019, B020, CMSXS 646, BRS 508 e CV198, e os ambientes Dourados, Nova Porteirinha, Lavras e Sete Lagoas apresentaram as maiores médias acima de 9.47 toneladas de brix por hectare.

4.2 Análises de adaptabilidade e estabilidade

4.2.1 Annicchiarico

Inicialmente para o estudo da adaptabilidade e estabilidade foi calculada a estimativa dos índices ambientais (I_j), para as características PMV, SST, e TBH, apresentados na tabela 7. O índice ambiental é a diferença entre a média geral do ambiente e a média geral de todos os ambientes, e classifica o ambiente como favorável quando o índice é positivo e desfavorável quando o índice é negativo.

Tabela 7. Índices Ambientais (Ij) e Classificação dos 10 ambientes, na safra agrícola 2015/2016 para 25 genótipos de sorgo sacarino.

Ambiente	PMV		SST		TBH	
	(Ij)	Classe	(Ij)	Classe	(Ij)	Classe
Penedo	1,16	Favorável	-0,19	Desfavorável	0,08	Favorável
Dourados	39,96	Favorável	-0,82	Desfavorável	5,62	Favorável
Jaguariúna	-11,61	Desfavorável	2,42	Favorável	-0,76	Desfavorável
Lavras	20,67	Favorável	-0,78	Desfavorável	2,68	Favorável
N. Porteirinha	15,35	Favorável	1,18	Favorável	3,20	Favorável
Passo Fundo	-12,26	Desfavorável	-3,46	Desfavorável	-3,46	Desfavorável
Pelotas	-20,01	Desfavorável	-4,11	Desfavorável	-4,64	Desfavorável
Planaltina	-17,99	Desfavorável	-0,06	Desfavorável	-2,90	Desfavorável
Sete Lagoas	-4,88	Desfavorável	3,12	Favorável	0,73	Favorável
Sinop	-10,38	Desfavorável	2,69	Favorável	-0,55	Desfavorável

A estimativa dos índices ambientais validou os resultados médios obtidos nos experimentos, em que, classificou-os como favoráveis ou desfavoráveis para cada característica. Diante desses resultados foi observado que, o ambiente Pelotas, estimado com os menores Ij negativos, e conseqüentemente sendo desfavorável, apresentou as menores médias de produção para todas as características. Além disso, foi calculado o índice de confiança geral (Wi) para os ambientes favoráveis Wi(f) e para os ambientes desfavoráveis Wi(d). Estes índices são resultantes dos genótipos, que apresentaram maior média e menor desvio padrão. Os dados são apresentados nas tabelas 6, 7 e 8 para

Tabela 8. Estimativas dos p

Tabela 10. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade para toneladas de brix por hectare (TBH), com base na metodologia de Annicchiarico (1992) de genótipos de sorgo sacarino.

Os genótipos que exibiram os menores riscos de apresentarem um comportamento abaixo da média geral, com um índice de confiança de 75 % para PMV foram CV198, B020, B004, B008, B005, B006, B009, B012, B019, B002, B017, B014. Para o teor de sólidos solúveis totais os genótipos B008, BRS508, B012, CMSXS646, (TBH)

foram os genótipos CV198, B006, B008, B005, B020, B010, B019, B009, CMSXS647, B017, B012, B016, B004.

A classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis foi dada para cada variável, onde para os ambientes favoráveis os genótipos CV198 e o B005 apresentaram elevado W_i para PMV, com desempenho de 34,40% e 13,45% acima da média. Nos ambientes desfavoráveis o CV198 também apresentou desempenho acima de média de 14,18% e B004 de 11,07%, o genótipo B005 apresentou desempenho acima da média, porém numa porcentagem menor de 01,50%. Para a característica SST, nos ambientes favoráveis o genótipo B008 e o BRS 508 se destacaram com 10,17% e 09,58% acima da média. E nos ambientes desfavoráveis continuaram apresentando comportamento semelhante, com 11,80% e 09,99% respectivamente, ganhando destaque junto a esses o genótipo CMSXS646 com média de 11,25%.

4.2.1 GGEBiplot:

O objetivo dos melhoristas é encontrar genótipos que associem adaptabilidade e estabilidade, e para isso são utilizados vários métodos para se obter estes resultados. Um deles é proposto pelo método GGEBiplot, em que o ideótipo que se encontra mais próximo dos círculos concêntricos é o mais estável. Para a característica PMV os genótipos mais adaptados e estáveis foram o CV198, B005, B006, B020. Para SST os genótipos B012, B008, BRS 508 e CMSXS 646 e considerando TBH o B008, B012, B005, B020. Destacando os genótipo B008 e B012 que foram classificados como mais estáveis tanto para SST quanto para TBH, e o B005 e B020 que foram os mais estáveis para PMV e para TBH.

Com base no comportamento dos diferentes genótipos em diferentes ambientes, é possível a formação de mega-ambientes, onde a média do genótipo é comparada à média do mega-ambiente. Através dessa relação é possível visualizar o agrupamento de diferente ambiente de acordo com os melhores genótipos. Para a característica PMV os ambientes foram divididos em dois grupos, a partir das linhas azuis, que saíram da origem do biplot. Essa divisão é realizada de acordo com a variação do grupo de genótipos em um determinado grupo de ambientes. Para essa característica os ambientes foram agrupados da seguinte forma: grupo 1; que engloba os ambientes Penedo, Lavras, Pelotas, Sete Lagoas e Sinop, onde os melhores genótipos são aqueles que estão no vértice do grupo de ambientes, que nesse caso foi o CV198, e para o segundo grupo Jaguariúna e Planaltina o genótipo B007 sendo assim, o melhor nesse mega-ambiente. Os genótipos que estão nas extremidades do polígono e não foram agrupados em nenhum dos ambientes são os que obtiveram as piores médias em um ou mais ambientes, nesse caso o B013.

Para a característica SST ocorreu a formação de apenas 1 mega-ambiente sendo os ambientes Dourados, Lavras, Nova Porteira, Pelotas, Planaltina, Sete Lagoas, Sinop os outros ambientes se posicionaram isoladamente não havendo formação de mega-ambiente. Para o mega-ambiente o genótipo B008 e B012 foram considerados os melhores, estando esses na extremidade do vértice. Enquanto os genótipos B004 e o B017 obtiveram as piores médias em um ou mais ambientes.

Para TBH formaram-se dois mega-ambientes, sendo que, o primeiro agrupou os ambientes;

Jaguaríuna e Planaltina, destacando-se o genótipo B019, e que para essa característica o pior genótipo foi o B013. Figueiredo et al., (2015) fizeram o uso do método GGEBiplot e constatou que o genótipo CMSXS 647 foi o que apresentou melhor estabilidade e adaptabilidade para PMV e TBH. Esse genótipo também foi utilizado no presente trabalho, porém, não obteve comportamento semelhante. Isso pode ser explicado já que o genótipo foi avaliado em apenas seis ambientes iguais em ambos trabalhos, sendo estes Dourados, Nova Porteirinha, Passo Fundo, Pelotas, Sete Lagoas e Sinop.

Para os ambientes alguns apresentaram-se como favoráveis por Annicchiarico e estiveram presentes no mega-ambiente proposto pela metodologia GGEBiplot, sendo para PMV, os ambientes Penedo e Lavras foram classificados como favoráveis para Annicchiarico e também ficaram dentro do mega-ambiente. Quanto à (nó)-9(tr1)-2-27(cte(hiaíospo(vecad

Annicchiarnte edentr5 d4 mega

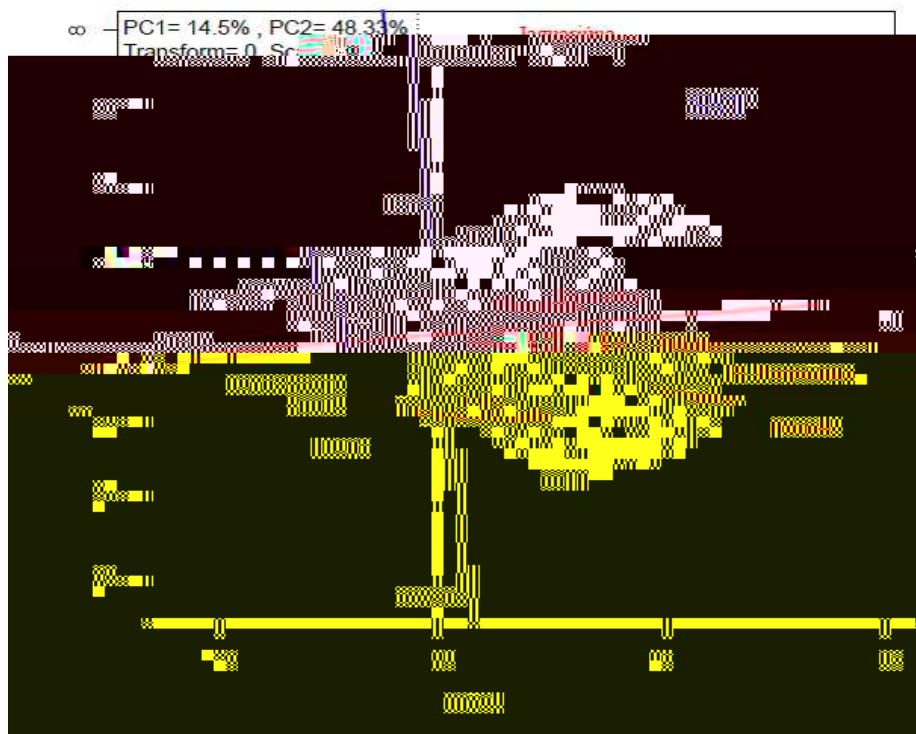


Figura 1-b. Visão baseada na coordenada do ambiente médio pelo gráfico GGEBiplot evidenciando a adaptabilidade e estabilidade média dos genótipos para teor de sólidos solúveis totais (SST).

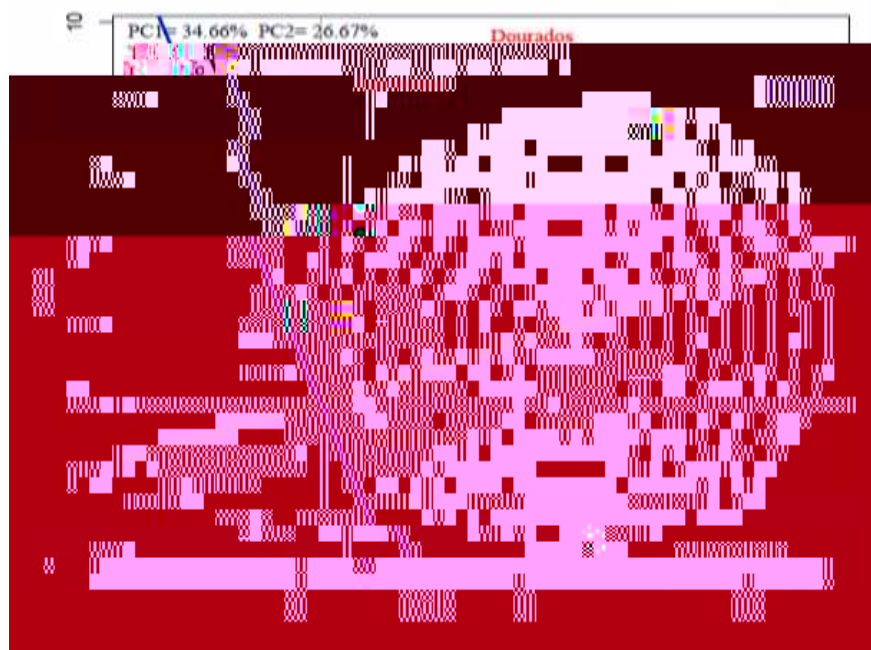


Figura 1-c. Visão baseada na coordenada do ambiente médio pelo gráfico GGEBiplot evidenciando a adaptabilidade e estabilidade média dos genótipos para toneladas de brix por hectare (TBH).

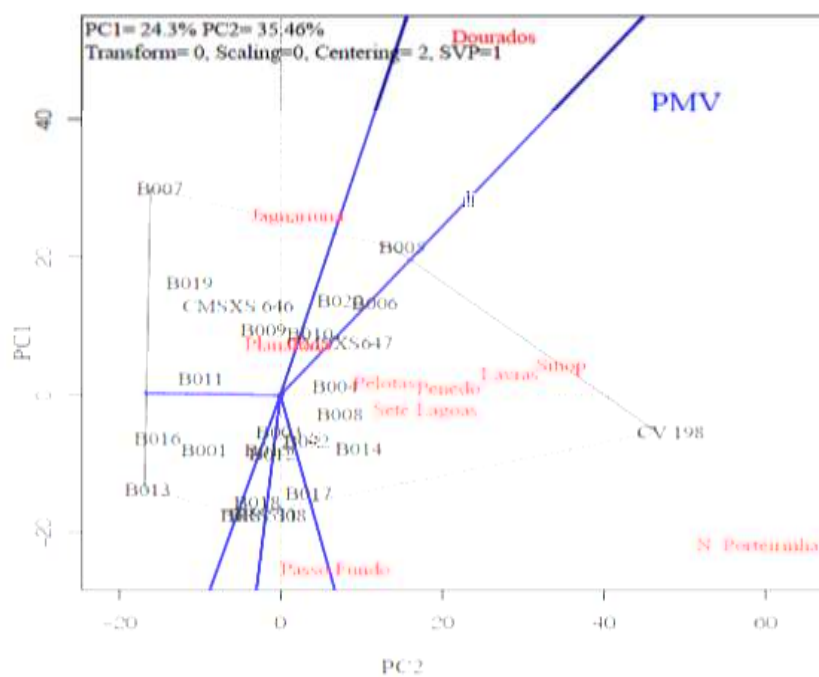


Figura 2-a. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).

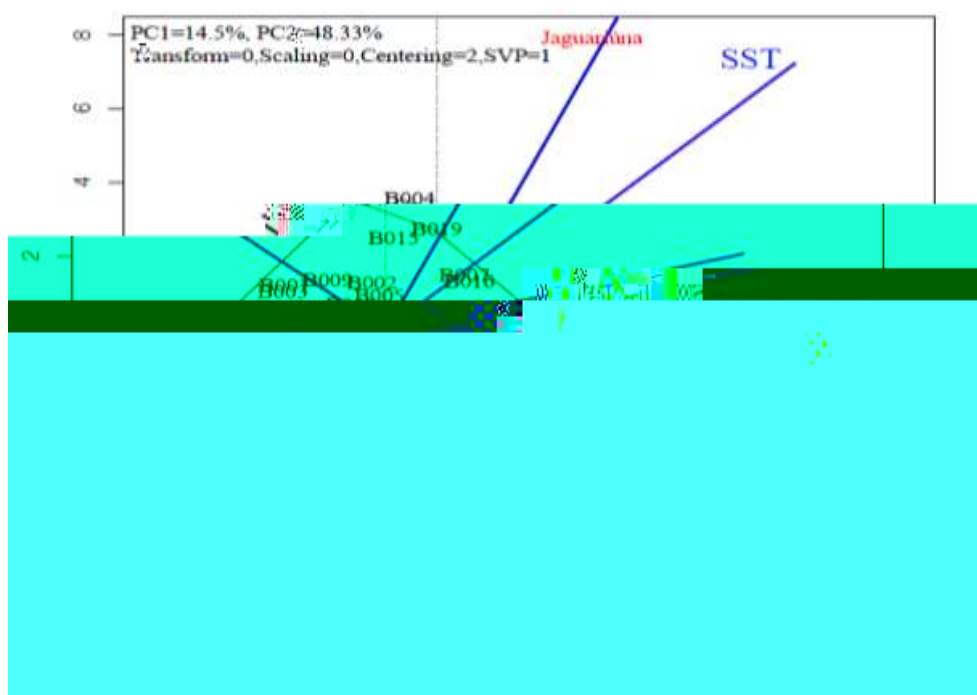


Figura 2-b. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).

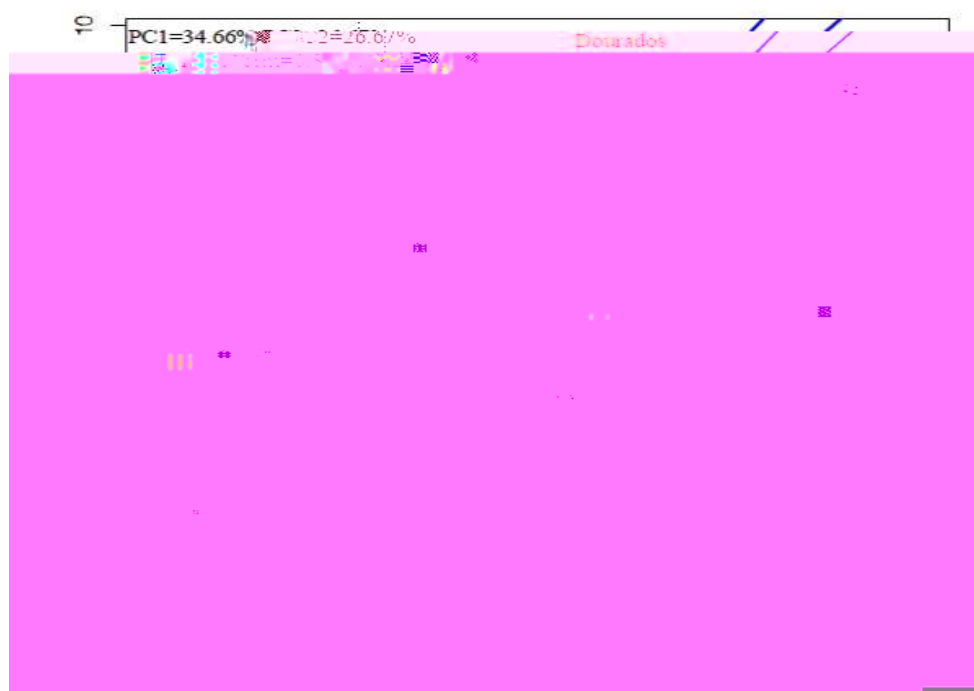


Figura 2-a. Classificação de quais genótipos obtiveram melhor desempenho em qual ambiente (“Which Won Where/What”).

5 CONCLUSÕES

Os métodos de Annicchiarico e GGEBiplot para o estudo da adaptabilidade e estabilidade apresentaram resultados concordantes entre si.

Os genótipos mais adaptados e estáveis pelo método de Annicchiarico foram; CV198, B020, B004, B008 para a característica PMV, B008, BRS 508, B012, CMSXS646 para SST e o CV198, B006, B008, B005 para TBH. Para a metodologia GGEBiplot os genótipos considerados mais estáveis para PMV foram CV198, B005, B006, B020, para SST B012, B008, BRS 508, CMSXS 646 e para TBH B008, B012, B005, B020, evidenciando a semelhança de classificação entre os métodos, em que, a maioria dos genótipos se repetiram para as duas metodologias.

O híbrido B005 apresentou desempenho superior às variedades, sendo que, para PMV e TBH apresentou comportamento acima da média na análise geral, nos ambientes favoráveis e desfavoráveis por Annicchiarico, e esteve entre os melhores pelo método GGEBiplot. Para SST e TBH destacou-se o híbrido B008, que apresentou classificação semelhante pelos dois métodos. Assim, esses híbridos devem ser avaliados por mais um ano e locais, podendo ser alternativas para recomendação de cultivo.

Dessa forma, os métodos de Annicchiarico e GGEBiplot podem ser associados, sendo assim, utilizados nos programas de melhoramento para seleção de genótipos adaptados e estáveis.

6 REFERÊNCIAS

ABREU, S. C. A.; FERREIRA, D. F.; GURGEL, F. de L.; ABREU, Â. de F. B.
Extensão bivariada do índice de confiabilidade

Adaptability and stability of genotypes of sweet sorghum by GGEbiplot and Toler methods. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 11211-11221, 2015.

GAUCH JR., H.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 184p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

ROONEY, W. L. Sorghum Improvement - Integrating Traditional an

YAN, W. et al. GGE Biplots vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. **Crop science**, v.47, n.2, p.643-655, 2007.

YAN, W. GGE biplot vs. AMMI graphs for genotype-by-environment data analysis. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**, v.65, n.2, p.181-193, 2011.

YAN, W.; KANG, M.S. **GGE biplot analysis**: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. Florida: Boca Raton, 2003. 286p.

APÊNDICE A

Tabela 4. Médias de produção de massa verde (PMV) e t ha⁻¹, para 10 ambientes, na safra 2015/2016.

Genótipos	Penedo	Dourados	Jaguariúna	Lavras	N. Porteirinha	Passo Fundo	Pelotas	Planaltina	Sete lagoas	Sinop	Média
B001	55.24 C b	90.60 A b	31.67 D b	73.64 B b	63.53 B c	46.62 C a	34.57 D a	35.10 D a	51.78 C		

Tabela 6. Médias para toneladas de brix por hectare (TBH), para 10 ambientes, na safra 2015/2016.